

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08340018 A**

(43) Date of publication of application: **24 . 12 . 96**

(51) Int. Cl **H01L 21/60**

(21) Application number: **08072309**

(22) Date of filing: **27 . 03 . 96**

(30) Priority: **10 . 04 . 95 JP 07 83726**

(71) Applicant: **FUJITSU LTD**

(72) Inventor:  
**NOMOTO TAKASHI**  
**TSUJI KAZUTO**  
**SATO MITSUTAKA**  
**KASAI JUNICHI**

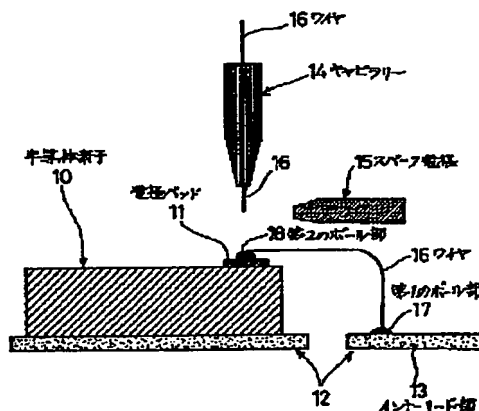
**(54) WIRE BONDING METHOD, SEMICONDUCTOR  
DEVICE, CAPILLARY FOR WIRE BONDING, AND  
FORMATION OF BALL BUMP**

**(57) Abstract**

**PURPOSE:** To improve efficiency of bonding treatment, reduce damage to an object to be connected, and make a semiconductor element thin.

**CONSTITUTION:** The wire bonding method consists of the following; a first bonding process wherein a first ball part 17 is formed on a wire 16, and the first ball part 17 is bonded to an inner lead part 13 turning to a first member to be connected, a ball part forming process wherein the wire 16 is led out from a bonding position to the inner lead part 13 with a specified loop, and a second ball part 18 is formed at a specified position of the wire 16, and a second bonding process wherein the formed second ball part 18 is bonded to the electrode pad 11 of a semiconductor element 10 turning to a second member to be connected.

**COPYRIGHT: (C)1996,JPO**



①

## 類似技術

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-340018

(43) 公開日 平成8年(1996)12月24日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 L 21/60

識別記号

3 0 1

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 21/60

3 0 1 D

技術表示箇所

C1

3 0 1 H

C1, F4

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平8-72309

(22) 出願日 平成8年(1996)3月27日

(31) 優先権主張番号 特願平7-83726

(32) 優先日 平7(1995)4月10日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 基本 隆司

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72) 発明者 辻 和人

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

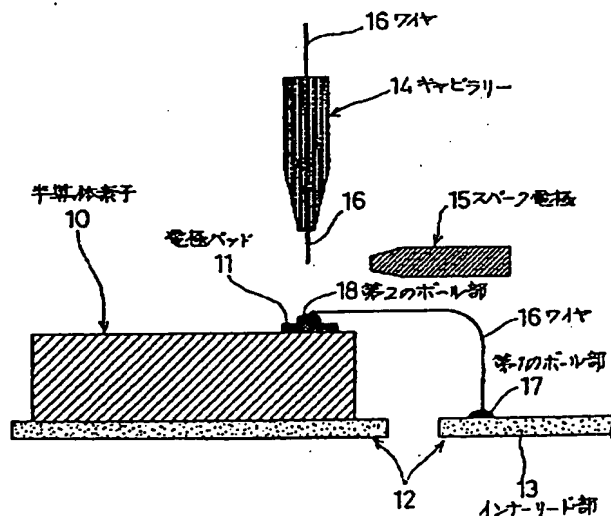
(54) 【発明の名称】 ワイヤボンディング方法及び半導体装置及びワイヤボンディング用キャピラリー及びボールパン  
プの形成方法

(57) 【要約】

【課題】本発明はワイヤボンディング方法及び半導体装置に関し、ボンディング処理の効率化、被接続体に対する損傷の軽減、及び半導体素子の薄型化を図ることを課題とする。

【解決手段】ワイヤ16に第1のボール部17を形成すると共にこの第1のボール部17を第1の被接続部材となるインナーリード部13に接合する第1の接合工程と、インナーリード部13に対する接合位置よりワイヤ16を所定のループで引き出すと共にワイヤ16の所定位置に第2のボール部18を形成するボール部形成工程と、形成された第2のボール部18を第2の被接続部材となる半導体素子10の電極パッド11に接合する第2の接合工程とを具備する。

第2のボール部が電極パッドに接合された状態を示す図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ワイヤに第1のボール部を形成すると共に、前記第1のボール部を第1の被接続部材に接合する第1の接合工程と、

前記第1の被接続部材に対する接合位置より前記ワイヤを所定のループで引き出すと共に、前記ワイヤの所定位置に第2のボール部を形成するボール部形成工程と、  
形成された第2のボール部を第2の被接続部材に接合する第2の接合工程とを具備することを特徴とするワイヤボンディング方法。

【請求項2】 請求項1記載のワイヤボンディング方法において、  
前記ボール部形成工程で前記第2のボール部を形成する際、前記ワイヤが連続した状態を維持させつつ前記第2のボール部を形成することを特徴とするワイヤボンディング方法。

【請求項3】 請求項1または2記載のワイヤボンディング方法において、  
少なくとも前記第2のボール部をスパーク放電を用いて形成したことを特徴とするワイヤボンディング方法。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載のワイヤボンディング方法において、  
前記第1の被接続部材に前記第1のボール部を接合した後、前記ワイヤを略垂直上方に引出し、  
続いて、前記ワイヤを略直角に折曲されるよう水平方向に引出した後、前記第2のボール部を形成し第2の被接続部材に接合することを特徴とするワイヤボンディング方法。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載のワイヤボンディング方法により第1のワイヤを配設した後、  
第2のワイヤに第3のボール部を形成すると共に前記第3のボール部を第2の被接続部材に接合し、  
続いて、前記第2の被接続部材に対する接合位置より前記第2のワイヤを前記第1のワイヤの上部にループを形成するよう引き出すと共に、前記第1の被接続部材にステッチボンディングすることを特徴とするワイヤボンディング方法。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかに記載のワイヤボンディング方法において、  
前記第1の被接続部材をリードフレームとし、前記第2の被接続部材を半導体素子としてなることを特徴とするワイヤボンディング方法。

【請求項7】 請求項1乃至5のいずれかに記載のワイヤボンディング方法において、  
前記第1及び第2の被接続部材を共に半導体素子としてなることを特徴とするワイヤボンディング方法。

【請求項8】 請求項1乃至5のいずれかに記載のワイヤボンディング方法において、  
前記ワイヤとして金細線を用いると共に、少なくとも第

2のボール部と第2の被接続部材とをボールボンディングを用いて接合したことを特徴とするワイヤボンディング方法。

【請求項9】 半導体素子と、リードと、前記半導体素子と前記リードとを接続するワイヤとを具備する半導体装置において、

前記リードと前記ワイヤとが、前記ワイヤに形成された第1のボール部により直接接合されると共に、

前記半導体素子に形成された電極部と前記ワイヤとが、

10 前記ワイヤに形成された第2のボール部により直接接合された構成とされており、

かつ、前記ワイヤが前記リードとの接合位置より略垂直に延在する垂直部と、前記半導体素子と前記ワイヤとの接合位置より略水平方向に延在する水平部とを有する略し字状のループ形状を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項10】 ワイヤを被接続部材に接合する際用いるワイヤボンディング用キャピラリーにおいて、  
キャピラリー本体の先端部形状を凸状形状としたことを特徴とするワイヤボンディング用キャピラリー。

20 【請求項11】 請求項10記載のワイヤボンディング用キャピラリーにおいて、  
前記キャピラリー本体の最先端部に前記ワイヤを前記被接続部材に接合する接合部を形成すると共に、  
前記接合部と段差を有した位置に、前記接合部により前記被接続部材に形成されたボール部を圧接する圧接部を形成したことを特徴とするワイヤボンディング用キャピラリー。

30 【請求項12】 請求項10または11記載のワイヤボンディング用キャピラリーを用いたボールパンパの形成方法であって、

ワイヤにボール部を形成すると共に、前記ボール部を前記ワイヤボンディング用キャピラリーの最先端部で被接続部材に接合する接合工程と、

前記被接続部材に対する接合位置より前記ワイヤボンディング用キャピラリーを引き上げることにより、前記ワイヤを切断して前記被接続部材上にボールパンパを形成するボールパンパ形成工程と、

40 前記ワイヤボンディング用キャピラリーの最先端部外周位置を前記ボールパンパを圧接し、前記ボールパンパの上面を平坦面とする整形工程とを具備することを特徴とするボールパンパの形成方法。

【請求項13】 請求項11記載のワイヤボンディング用キャピラリーを用いたボールパンパの形成方法であって、

ワイヤにボール部を形成すると共に、前記ボール部を前記ワイヤボンディング用キャピラリーに設けられた前記接合部で被接続部材に接合する接合工程と、

50 前記被接続部材に対する接合位置より前記ワイヤボンディング用キャピラリーを引き上げることにより、前記ワ

ワイヤを切断して前記被接続部材上にボールパンブを形成するボールパンブ形成工程と、前記ワイヤボンディング用キャピラリーに設けられた前記圧接部を前記ボールパンブを圧接し、前記ボールパンブの上面を平坦面とする整形工程とを具備することを特徴とするボールパンブの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はワイヤボンディング方法及び半導体装置及びワイヤボンディング用キャピラリー及びボールパンブの形成方法に関する。一般に、半導体装置に設けられる半導体素子は、ワイヤにより外部接続端子となるリードに電氣的に接続された構成とされている。このワイヤは、ワイヤボンディング装置を用いて半導体素子に形成された電極パッドとリードのインナーリード部との間に配設される。

【0002】このワイヤは、半導体素子に配設された電極パッド数と同数配設されるものであり、また近年の半導体素子の高度化に伴い電極パッド数も増大する傾向にある。これに伴い、電極パッドとインナーリード部との間に配設されるワイヤ数も増大する傾向にある。

【0003】一方、半導体装置は生産性の向上及び小型化が望まれている。従って、半導体装置の生産性を向上させる面からは個々のワイヤをワイヤボンディングするのに要する時間を短縮することが、また半導体装置の小型化を図る面からはワイヤのループを低くすることが重要である。

【0004】

【従来の技術】図22及び図23は、従来のワイヤボンディング装置を用いて配設されたワイヤを示しており、また図24及び図25は具体的なワイヤボンディング方法を示している。

【0005】図22は、最も一般的に行われているワイヤボンディング装置を用いて配設されたワイヤ1を示している。尚、同図においては、半導体素子2に形成された電極パッド2aとリードフレーム3のインナーリード部3aとの間にワイヤ1を配設した構成を示している。

【0006】電極パッド2aとインナーリード部3aとの間にワイヤ1を配設するには、まずワイヤ1を電極パッド2aに接合する（これを1stボンディングという）。この1stボンディングは、図24に示されるボールボンディングを用いて行われる。

【0007】同図に示されるようにボールボンディングを行うには、ワイヤボンディング装置に設けられているキャピラリー7（ワイヤ1となる金線が挿通されている）を用い、まず図24（A）に示されるように、キャピラリー7の先端から突出しているワイヤ1にスパーク放電を用いてボール部4を形成する。次に、図24

（B）に示されるように、形成されたボール部4を電極パッド2aにキャピラリー7を用いて押圧し、超音波溶

接法等により接合を行う。

【0008】続いて、図24（C）に示されるように、キャピラリー7を移動させることによりワイヤ1をインナーリード部3aの上部まで引出し、ワイヤ1とインナーリード部3aとを接合する（これを1stボンディングという）。この1stボンディングは、図25に示されるステッチボンディングを用いて行われる。

【0009】同図に示されるようにステッチボンディングを行うには、キャピラリー7を用い、まず図25

10 （A）に示されるように、キャピラリー7の先端をインナーリード部3aのボンディング位置まで移動させる。続いて、図25（B）に示されるように、キャピラリー7の先端をインナーリード部3aに押圧し超音波溶接法等によりワイヤ1とインナーリード部3aに接合させる。この押圧処理によりワイヤ1のキャピラリー7により押圧された部位は押し潰された状態となる。

【0010】続いて、キャピラリー7を上動させるが、この際にワイヤボンディング装置に設けられているクランプ8はワイヤ1を固定した状態となっている。従って、キャピラリー7が上動することにより、上記のように押し潰され機械的強度が低下している部位においてワイヤ1は切断される。

【0011】上記のように、従来において最も一般的に行われているワイヤボンディング方法では、1stボンディングにおいてボールボンディングを行い、また2ndボンディングにおいてステッチボンディングを行うことにより、図22に示されるように、ワイヤ1を半導体素子2の電極パッド2aとリードフレーム3のインナーリード部3aとの間に配設する方法が採用されていた  
30 （尚、上記したワイヤ1の接続方法を、以下順打ちボンディングという）。

【0012】ここで、図26及び図27を用いてボールボンディング及びステッチボンディングの特性について説明する。図26（A）はボールボンディングを用いてワイヤ1を電極パッド2aに接合した状態を示す斜視図であり、また図26（B）は接合位置を平面視した状態を示している。上記したように、ボールボンディングでは、予めワイヤ1にスパーク放電等を用いてボール部4を形成した上で、このボール部4を電極パッド2aに接合する構成であるため、平面視した状態における接合位置形状は略円形であり、その接合面積も小さいため電極パッド2a内にボンディングされている。

【0013】一方、図27（A）はステッチボンディングを用いてワイヤ1をインナーリード部3aに接合した状態を示す斜視図であり、また図27（B）は接合位置を平面視した状態を示している。同図に示されるように、ステッチボンディングではキャピラリー7によりワイヤ1を押圧するため、ボンディング部9は押しつぶされて平面的な面積が広がっている。比較のために、同図に破線で電極パッド2aの大きさを示している。これから

も判るように、ステッチボンディングはボールボンディングに比べて広いボンディングエリアを必要とするという特性を有する。

【0014】ところで、上記した順打ちボンディングでは、ワイヤ1を電極パッド2aに接合した後にワイヤ1を上方に引き上げ、その後にインナーリード部3aに接合する必要があるため、半導体系子2の上面に対してワイヤ1のループの最上部が高くなってしまふ。

【0015】図22に示す例では、ワイヤ1の最上部は半導体系子2の上面に対して矢印Hで示す寸法だけ高くなってしまふ。このため、順打ちボンディングでは半導体装置の薄型化を図ることができないという問題点があった。図23は、順打ちボンディングで発生する問題点を解決するために提案されたボンディング方法により配設されたワイヤ5を示している。尚、図23において図22に示した構成と同一構成については同一符号を付している。

【0016】同図に示されるようにワイヤ5を配設するには、キャピラリを用い、先ずキャピラリ先端から突出しているワイヤ1にスパーク放電を用いてボール部4を形成し、次にボール部4をリードフレーム3のインナーリード部3aに押圧することにより接合を行う（ボールボンディング）。

【0017】続いて、キャピラリを半導体系子2の高さより若干高い位置まで上動させると共に水平移動させて電極パッド2aの上部までワイヤ5を引出し、次にキャピラリを電極パッド2aに押圧してワイヤ35をステッチボンディングにより電極パッド2aに接合する（ステッチボンディング）。この際、電極パッド2aの上部には、予め金等によりボールパンプ6が配設されており、ワイヤ5はこのボールパンプ6に接合される。

【0018】即ち、図23に示されるボンディング方法は図22に示したボンディング方法とボンディングの順番が逆であり、先ず1stボンディングをインナーリード部3aに対して行い、その後に2ndボンディングを電極パッド2a（正確には電極パッド2a上のボールパンプ6）に対して行う構成とされている。（尚、上記したワイヤ5の接続方法を、以下逆打ちボンディングという）。

【0019】この逆打ちボンディングでは、半導体系子2の上面より高さが低いインナーリード部3aに先ずワイヤ5を接合し、半導体系子2の高さと略等しい位置までワイヤ5を引き上げ、その後に水平方向にキャピラリを移動させてワイヤ5を電極パッド2a（ボールパンプ6）に接合する。

【0020】このため、電極パッド2aとインナーリード部3aとの間に配設されるワイヤ5のループ形状は、図23に示されるように略直角に折曲された形状（逆L字形状）となるため、ワイヤ5のループ高さを低くすることができ、よって半導体装置の薄型化を図ることがで

きる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかるに、上記した逆打ちボンディングでは、ワイヤ5のループ高さを低くすることができ半導体装置の薄型化を図ることができるものの、電極パッド2aの上部に予め金等によりボールパンプ6を形成しておく必要がある。

【0022】このボールパンプ6は、ワイヤ5を電極パッド2aにステッチボンディングする際に、キャピラリの押圧力が半導体系子2に直接印加されるのを防止する緩衝材として機能する。また、ボールパンプ6はワイヤ5の接続強度を向上させる機能をも奏する。

【0023】よって、仮にボールパンプ6を設けることなく、直接ワイヤ5を電極パッド2aにステッチボンディングした場合には、キャピラリの押圧力により半導体系子2に損傷が発生するおそれがあり、またワイヤ5と電極パッド2aとの接合強度が不十分なことにより、ワイヤ5が電極パッド2aから剥離するおそれがある。上記の理由により、逆打ちボンディングの場合にはボールパンプ6を電極パッド2a上に必ず配設する必要がある。

【0024】このため、従来の逆打ちボンディングでは、ワイヤ5の配設工程と別個にボールパンプ6の配設工程が必要となり、ワイヤボンディングに要する工程が多く、半導体装置の製造効率が悪いという問題点があった。また、このボールパンプ6の形成は一般にボールボンディングを用いており、具体的には金ワイヤの先端に金ボールを形成し、この金ボールを電極パッド2a上に接合した上でワイヤを切断することにより形成している。この金ボールのボンディング時においても半導体系子2には押圧力が印加される。

【0025】また上記したように、ワイヤ5をボールパンプ6に接合する際にも押圧処理が行われるため、半導体系子2はボールパンプ6の形成時及びワイヤ5の接合時の2回にわたり押圧力が印加される。このため、ボールパンプ6を配設しても、ワイヤボンディング処理の全工程を通しては、やはり半導体系子2に損傷を与えるおそれがあるという問題点がある。

【0026】また、図26及び図27を用いて説明したように、ステッチボンディングはボールボンディングに比べて広いボンディング領域を必要とするため、逆打ちボンディングでは、半導体系子2の上面に高密度にワイヤ5をボンディングすることができず、高密度化されることにより多数の電極パッド2aを有した半導体系子2に対してはステッチボンディングを採用することができない。

【0027】このため、このように高密度化された半導体系子2に対しては図22に示す順打ちボンディングしか採用することができず、前述したと同様の理由により半導体装置が大型化してしまうという問題点があった。

一方、上記した逆打ちボンディングは電極パッド2aの配設密度がさほど高くない半導体素子2に対しては有効であるが、上記のようにボールパンプ6の形成はボールボンディングを用いて行うため、図28に示されるように、ボールパンプ6の上面6a(即ち、ワイヤ5が接合される面)は金ワイヤの切断面であるため凹凸が多く発生した面となっている。このため、ワイヤ5をボールパンプ6の上面6aに接合した際、ワイヤ5とボールパンプ6との接合強度が弱くなりワイヤボンディングの信頼性が低下してしまうという問題点があった。

【0028】更に、図29に示されるように、ボールパンプ6の上面6aに特に大きな突起6bが形成されているような場合には、ワイヤ5の接合位置がボールパンプ6の中心からずれてしまい、ワイヤ5のキャピラリー7により押し潰されたエッジ部5a(このエッジ部は強度が弱い)がボールパンプ6の上面端部と一致してしまい、この部位においてワイヤ5が断線してしまうおそれがある。

【0029】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、ボンディング処理の効率化、被接続体に対する損傷の軽減、及び半導体素子の薄型化を図ったワイヤボンディング方法及び半導体装置及びワイヤボンディング用キャピラリー及びボールパンプの形成方法を提供することを目的とする。

【0030】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明では、下記の各手段を講じたことを特徴とするものである。請求項1記載のワイヤボンディング方法では、ワイヤに第1のボール部を形成すると共に、前記第1のボール部を第1の被接続部材に接合する第1の接合工程と、前記第1の被接続部材に対する接合位置より前記ワイヤを所定のループで引き出すと共に、前記ワイヤの所定位置に第2のボール部を形成するボール部形成工程と、形成された第2のボール部を第2の被接続部材に接合する第2の接合工程とを具備することを特徴とするものである。

【0031】また、請求項2記載の発明では、前記請求項1記載のワイヤボンディング方法において、前記ボール部形成工程で前記第2のボール部を形成する際、前記ワイヤが連続した状態を維持させつつ前記第2のボール部を形成することを特徴とするものである。

【0032】また、請求項3記載の発明では、請求項1または2記載のワイヤボンディング方法において、少なくとも前記第2のボール部をスパーク放電を用いて形成したことを特徴とするものである。

【0033】また、請求項4記載の発明では、請求項1乃至3のいずれかに記載のワイヤボンディング方法において、前記第1の被接続部材に前記第1のボール部を接合した後、前記ワイヤを略垂直上方に引出し、続いて、前記ワイヤを略直角に折曲されるよう水平方向に引出し

した後、前記第2のボール部を形成し第2の被接続部材に接合することを特徴とするワイヤボンディング方法。

【0034】また、請求項5記載のワイヤボンディング方法では、請求項1乃至4のいずれかに記載のワイヤボンディング方法により第1のワイヤを配設した後に、第2のワイヤに第3のボール部を形成すると共に前記第3のボール部を第2の被接続部材に接合し、続いて、前記第2の被接続部材に対する接合位置より前記第2のワイヤを前記第1のワイヤの上部にループを形成するよう引き出すと共に、前記第1の被接続部材にステッチボンディングすることを特徴とするものである。

【0035】また、請求項6記載の発明では、請求項1乃至5のいずれかに記載のワイヤボンディング方法において、前記第1の被接続部材をリードフレームとし、前記第2の被接続部材を半導体素子としてなることを特徴とするものである。

【0036】また、請求項7記載の発明では、請求項1乃至5のいずれかに記載のワイヤボンディング方法において、前記第1及び第2の被接続部材を共に半導体素子としてなることを特徴とするものである。

【0037】また、請求項8記載の発明では、請求項1乃至5のいずれかに記載のワイヤボンディング方法において、前記ワイヤとして金細線を用いると共に、少なくとも第2のボール部と第2の被接続部材とをボールボンディングを用いて接合したことを特徴とするものである。

【0038】また、請求項9記載の発明では、半導体素子と、リードと、前記半導体素子と前記リードとを接続するワイヤとを具備する半導体装置において、前記リードと前記ワイヤとが、前記ワイヤに形成された第1のボール部により直接接合されると共に、前記半導体素子に形成された電極部と前記ワイヤとが、前記ワイヤに形成された第2のボール部により直接接合された構成とされており、かつ、前記ワイヤが前記リードとの接合位置より略垂直に延在する垂直部と、前記半導体素子と前記ワイヤとの接合位置より略水平方向に延在する水平部とを有する略L字状のループ形状を有することを特徴とするものである。

【0039】また、請求項10記載の発明では、ワイヤを被接続部材に接合する際用いるワイヤボンディング用キャピラリーにおいて、キャピラリー本体の先端部形状を凸状形状としたことを特徴とするものである。

【0040】また、請求項11記載の発明では、前記請求項10記載のワイヤボンディング用キャピラリーにおいて、前記キャピラリー本体の最先端部に前記ワイヤを前記被接続部材に接合する接合部を形成すると共に、前記接合部と段差を有した位置に、前記接合部により前記被接続部材に形成されたボール部を圧接する圧接部を形成したことを特徴とするものである。

【0041】また、請求項12記載の発明では、前記請

求項10または11記載のワイヤボンディング用キャビラリを用いたボールパンの形成方法であって、ワイヤにボール部を形成すると共に、前記ボール部を前記ワイヤボンディング用キャビラリーの最先端部で被接続部材に接合する接合工程と、前記被接続部材に対する接合位置より前記ワイヤボンディング用キャビラリーを引き上げることにより、前記ワイヤを切断して前記被接続部材上にボールパンを形成するボールパン形成工程と、前記ワイヤボンディング用キャビラリーの最先端部外周位置を前記ボールパンを圧接し、前記ボールパンの上面を平坦面とする整形工程とを具備することを特徴とするものである。

【0042】更に、請求項13記載の発明では、前記請求項11記載のワイヤボンディング用キャビラリーを用いたボールパンの形成方法であって、ワイヤにボール部を形成すると共に、前記ボール部を前記ワイヤボンディング用キャビラリーに設けられた前記接合部で被接続部材に接合する接合工程と、前記被接続部材に対する接合位置より前記ワイヤボンディング用キャビラリーを引き上げることにより、前記ワイヤを切断して前記被接続部材上にボールパンを形成するボールパン形成工程と、前記ワイヤボンディング用キャビラリーに設けられた前記圧接部を前記ボールパンを圧接し、前記ボールパンの上面を平坦面とする整形工程とを具備することを特徴とするものである。

【0043】上記の各手段は、下記のように作用する。請求項1記載のワイヤボンディング方法によれば、第1の接合工程において第1のボール部を第1の被接続部材に接合した後、ボール部形成工程において形成された第2のボール部を第2の接合工程において第2の被接続部材に接合することにより、ワイヤを第1の被接続部材と第2の被接続部材との間に配設することができる。

【0044】この第2の接合工程においてワイヤを第2の被接続部材に接合する際、ボール部形成工程においてワイヤに形成される第2のボール部は、逆打ちボンディングのボールパンと同等の機能を奏する。従って、ワイヤを第2の被接続部材に接合しても半導体素子が損傷するようなことはない。

【0045】また、第2のボール部はワイヤに形成されるため、ワイヤボンディング処理と別個にボールパンを形成するための処理を行う必要はなくなり、ワイヤボンディング処理を効率良く行うことが可能となる。更に、第2のボール部を第2の被接続部材に接合する処理は、いわゆるボールボンディング処理となるためボンディングに必要な領域は小さくて済み、高密度化され多数の電極を有する半導体素子に対し、確実にワイヤボンディング処理を行うことができる。

【0046】また、請求項2記載の発明によれば、ボール部形成工程で第2のボール部を形成する際、ワイヤが連続した状態を維持させつつ第2のボール部は形成され

るため、第2のボール部の形成後もワイヤはキャビラリーと接続された状態を維持する。このため、第2の接合工程において、第2のボール部を電極パッド上に確実に位置決めすることが可能となり、よって第2のボール部を電極パッドに確実に接合することができる。

【0047】また、請求項3記載の発明によれば、少なくとも第2のボール部をスパーク放電を用いて形成したことにより、第2のボール部を容易に形成することができる。また、一般にスパーク放電は第1のボール部の形成方法として行われているものであり、従ってワイヤボンディング装置に特に構成の変更を加えることなく、請求項1記載のワイヤボンディング方法を行うことが可能となる。

【0048】また、請求項4記載の発明によれば、第1の被接続部材に第1のボール部を接合した後にワイヤを略垂直上方に引出し、続いてワイヤを略直角に折曲されるよう水平方向に引出した後に第2のボール部を形成し第2の被接続部材に接合することにより、ワイヤのループ形状は略逆L字状となり、ワイヤのループ高さを低くすることができる。

【0049】よって、第1の被接続部材と第2の被接続部材との間にワイヤを低く配設することができ、従って例えばのワイヤボンディング方法を半導体装置の製造工程に適用した場合には、半導体装置の低背化を図ることができる。また、請求項5記載のワイヤボンディング方法によれば、第1のワイヤを低く配設することができるため、第1のワイヤの上部に容易に第2のワイヤを形成することが可能となり、ワイヤ配置の高密度化を図ることができることと共に、第1及び第2のワイヤが干渉することを防止することができる。

【0050】また、請求項6記載の発明によれば、第1の被接続部材をリードフレームとすると共に第2の被接続部材を半導体素子とすることにより、半導体装置の薄型化及び製造効率の向上を図ることができる。

【0051】また、請求項7記載の発明によれば、第1及び第2の被接続部材を共に半導体素子とすることにより、いわゆるマルチ・チップ・モジュール(MCM)構造の半導体装置においても薄型化及び製造効率の向上を図ることができる。

【0052】また、請求項8記載の発明によれば、ワイヤとして比較的柔らかい金細線を用いると共に、少なくとも第2のボール部と第2の被接続部材との接合をダメージの少ないボールボンディングを用いて接合したことにより、ワイヤボンディング時において第2の被接続部材に対するダメージの軽減を図ることができる。

【0053】また、請求項9記載の発明によれば、半導体素子に形成された電極部とワイヤとがワイヤに形成された第2のボール部により直接接合されることにより、半導体素子に印加されるダメージの軽減を図ることができる。また、ワイヤが略L字状のループ形状を形成する

よう配設されることにより、半導体装置の薄型化を図ることができる。

【0054】また、請求項10記載の発明によれば、キャピラリー本体の先端部形状を凸状形状としたことにより、最先端部でワイヤの接合処理を行い、この最先端部外周の凹んだ部分でボールバンプを押圧することが可能となる。

【0055】また、請求項11記載の発明によれば、キャピラリー本体の最先端部に形成された接合部においてワイヤを被接続部材に接合し、また接合部と段差を有した位置に形成された圧接部により被接続部材に形成されたボール部を圧接することができる。よって、ワイヤを被接続部材に接合する処理と、被接続部材に形成されたボール部を圧接する処理をひとつのキャピラリーにより行うことが可能となる。

【0056】また、請求項12及び請求項13記載の発明によれば、接合工程及びボールバンプ形成工程を実施することにより被接続部材に形成されたボールバンプの上面を形成工程において平坦面とすることができる。よって、このボールバンプ上にワイヤをボンディングしようとした場合、ボールバンプとワイヤとの接合性を向上させることができ、強度の高いボンディングを行うことができる。

【0057】更に、前記した請求項10または11記載のキャピラリーを用いることにより、接合工程、ボールバンプ形成工程、及び形成工程をひとつのキャピラリーで連続的に行うことができるため、ボールバンプの形成処理を効率的に行うことができる。

【0058】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施の形態について図面と共に説明する。図1乃至図6は、本発明の一実施例であるワイヤボンディング方法を説明するための図である。尚、本実施例では、ワイヤボンディング方法を半導体製造工程に用いた例について説明するが、本発明の適用は半導体製造工程に限定されるものではない。

【0059】先ず、図1を用いてワイヤボンディングを行うために用いる各構成要素について説明する。図1において、10は半導体素子であり、その上部には電極パッド11が配設されている。この半導体素子10はリードフレーム12上に搭載されている。また、半導体素子10の近傍にはリードフレーム12の一部を構成するリード22（図8参照）のインナーリード部13が延在している。

【0060】また、図中14はキャピラリーであり、また15はスパーク電極であり、共にワイヤボンディング装置の一部を構成するものである。このキャピラリー14及びスパーク電極15は、共に従来から用いられているワイヤボンディング装置に設けられているものであり、本実施例に係るワイヤボンディング方法を実施するために新たに設けられたものではない。

【0061】キャピラリー14は、内部にワイヤ16となる金細線を挿通した構成とされており、図示しない移動装置により自在に移動しうる構成とされている。また、このキャピラリー14には超音波振動子が接続されており、この超音波振動子が発生する超音波振動により、ワイヤ16を被接続部材（本実施例の場合には、電極パッド11及びインナーリード部13）に超音波溶接しうる構成となっている。一方、スパーク電極15も図示しない移動装置により自在に移動しうる構成とされている。

10 【0062】続いて、本発明の一実施例であるワイヤボンディング方法について説明する。電極パッド11とインナーリード部13とをワイヤ16で接続するには、先ず図1に示されるようにキャピラリー14に挿通されその先端部から下方に突出したワイヤ16に第1のボール部17を形成する。この第1のボール部17の形成は、スパーク電極15にスパーク放電を起こすことにより形成する。

20 【0063】ワイヤ16のキャピラリー14から突出した先端部に第1のボール部17が形成されると、キャピラリー14は移動装置によりインナーリード部13に近接するよう移動し、図2に示されるように第1のボール部17をインナーリード部13に押圧する。続いて、超音波振動子が超音波振動を発生させ、これによりキャピラリー14は第1のボール部17を第1の被接続部材となるインナーリード部13に超音波溶接する。これにより、ワイヤ16はインナーリード部13にボールボンディングされる（以上の処理を第1の接合工程という）。

30 【0064】上記のようにインナーリード部13にワイヤ16（第1のボール部17）が接合されると、キャピラリー14は垂直上方に移動すると共に、続いて水平方向に移動する。この際、キャピラリー14の垂直上方移動は、半導体素子10の上面より若干高い位置まで行われ、また水平方向はキャピラリー14が半導体素子10の上面に形成された電極パッド11の上部位置に至るまで行われる。また、この移動中、ワイヤ16は順次キャピラリー14に送り込まれる構成となっている。

40 【0065】従って、上記のようにキャピラリー14を移動することにより、ワイヤ16は図3に示されるように、インナーリード部13より垂直上方に延出した垂直部と水平方向に延出した水平部とを有した略逆L字状のループ形状となる。上記のようにワイヤ16が電極パッド11の上部位置まで引き出されると、スパーク電極15がキャピラリー14の下方位置まで移動し、図4に示されるように、スパーク放電を起こすことによりキャピラリー14から下方に送り出されたワイヤ16に第2のボール部18を形成する（以上が、ボール部形成工程）。この際、スパーク放電により形成された第2のボール部18は、第1のボール部17から引き出されたワイヤ16の中間部に形成される。



【0066】続いて、キャピラリー14を下動して第2のボール部18を電極パッド11に押圧すると共に超音波振動子に超音波振動を発生させる。よって図5に示されるように、第2のボール部18はキャピラリー14により第2の被接続部材となる電極パッド11に超音波溶接される(以上の処理を第2の接合工程という)。

【0067】上記のように第2のボール部18が電極パッド11に接合されると、キャピラリー14は上動し図6に示す状態となる。このキャピラリー14が上動する際、ワイヤ16は図示しないクランパにより送り出しが規制されるため、キャピラリー14の上動によりワイヤ16は接合位置で切断される。これにより、1本のワイヤ16に対するボンディング処理が終了する。

【0068】続いて、図1に示す第1のボール部17の形成が再び行われ、その後は上記してきた図1乃至図5に示す処理が繰り返し行われることにより、連続的にワイヤ16のワイヤボンディング処理が行われる。これにより、各電極パッド11とインナーリード部13との間にワイヤ16が配設される。

【0069】上記したワイヤボンディング方法によれば、ワイヤ16を電極パッド11に接合する際、ワイヤ16に形成された第2のボール部18が逆打ちボンディングのボールバンプ6(図13参照)と同等の機能を奏する。従って、ワイヤ16を電極パッド11に直接接合しても、第2のボール部18が緩衝機能を発生するため半導体素子10に損傷が発生するようなことはない。

【0070】また、第2のボール部18はワイヤ16に形成されるため、従来のようにワイヤボンディング処理と別個にボールバンプ6を形成するための処理を行う必要はなくなり、ワイヤボンディング処理を簡単にかつ効率良く行うことができる。また、第2のボール部18を電極パッド11に接合する処理は、いわゆるボールボンディング処理となるため、そのボンディング形状は図26(B)に示したように平面視した状態で略円形であり、またその接合面積も小さくなっている。よって、ボンディングに必要な領域は小さくて済み、高密度化され多数の電極パッド11を有する半導体素子10に対し、確実にワイヤボンディング処理を行うことができる。

【0071】また、上記のように図4に示した第2のボール部18を形成する工程において、ワイヤ16はキャピラリー14と接続された状態を維持する。このため、図5に示す第2の接合工程において、第2のボール部18を電極パッド11上に確実に位置決めすることが可能となり、よって第2のボール部18を電極パッド11に確実に接合することができる。

【0072】更に、本実施例に係るワイヤボンディング方法を用いることにより、ワイヤ16のループを低背化することができる。これについて図7を用いて説明する。図7は、本実施例に係るワイヤボンディング方法を

用いて配設されたワイヤ16と、従来のワイヤボンディング方法(順打ちボンディング)を用いて配設されたワイヤ1とを比較するために同一図面に記載したものである。

【0073】従来の順打ちボンディングを用いて配設されたワイヤ1は、同図に示されるように半導体素子10の上面より高く延出したループ形状を有している。これに対し、本実施例に係るワイヤボンディング方法により配設されたワイヤ16は、先ずインナーリード部13にワイヤ16を接続し、続いてワイヤ16を略L字状のループ形状で引出し電極パッド11に接続する、いわゆる逆打ちボンディングによりワイヤ16を配設している。このため、ワイヤ16のループを低くすることができる。

【0074】また、本実施例に係るワイヤボンディング方法では、逆打ちボンディングと同様の工程によりワイヤ16を配設するが、上記したように第2のボール部18はスパーク電極15を用いてワイヤ16にアーク放電により直接形成されるため、少ない工程で逆打ちボンディングと同様の低いループ形状でワイヤ16を配設しることが可能となる。

【0075】図8は、本発明の一実施例である半導体装置20を示している。同図に示した半導体装置20は、上記したワイヤボンディング方法によりワイヤ16を配設したものである。尚、図8では上記したワイヤボンディング方法を、プラスチックパッケージ構造の半導体装置に適用した例を示している。

【0076】半導体装置20は、大略すると半導体素子10、ワイヤ16、リード22、封止樹脂21等により構成されている。半導体素子10はリードフレームの一部を構成するステージ23上に搭載されている。また、半導体素子10の上面に形成された電極パッド11とリード22のインナーリード部13との間には、上記したワイヤボンディング方法によりワイヤ16が配設されている。

【0077】また、封止樹脂21は半導体素子10及びワイヤ16を内部に封止するよう配設されており、半導体素子10及びワイヤ16を保護する機能を奏している。従って、封止樹脂21は少なくともワイヤ16を覆うように配設する必要がある、ワイヤのループが高いとこれに伴い封止樹脂も厚さも大となり、半導体装置が大型化してしまう。しかるに、上記したように本実施例に係るワイヤボンディング方法を用いることにより、ワイヤ16のループを低くすることができる。従って、封止樹脂21の厚さを小さくすることが可能となり、半導体装置20の低背化を図ることができる。

【0078】図9は本発明に係るワイヤボンディング方法の変形例を示している。同図では、上記した本発明に係るワイヤボンディング方法を第1のワイヤ16と第2のワイヤ24を上下方向に離間させた状態で重ねた状態

で配設するワイヤ接続構造に適用した例を示している。

【0079】近年、半導体素子の高密度化に伴う電極パッド数の増大に伴い、図9に示されるように半導体素子10上に2列となるよう電極パッド11、25を配設した構造のものが提供されている（平面的に見ると、この電極パッド11、25は直線状に2列或いは千鳥状となるよう2列に配設される場合が多い）。

【0080】この種の半導体素子10においては、各パッド11、25から2本のワイヤ16、24を引き出す必要があり、従って第1のワイヤ16及び第2のワイヤ24を上下方向に離間させた状態で重ねた状態で配設するワイヤ接続構造を取る必要がある。

【0081】図9に示す例では、半導体素子10はベース基板27に設けられたダイボンディング層28上に搭載されている。また、ベース基板27は、上部より第1の配線層29、第1の絶縁層30、第2の配線層30、第2の絶縁層32をベース材33に積層配設した積層基板とされている。電極パッド11は第1のワイヤ16により第2の配線層30と電気的に接続され、また電極パッド25は第2のワイヤ24により第1の配線層29と電気的に接続された構成とされている。

【0082】上記構成において、第1のワイヤ16は本発明に係るワイヤボンディング方法により配設されており、また第2のワイヤ24は従来の順打ちボンディングにより配設されている。上記したように、本発明に係るワイヤボンディング方法により配設される第1のワイヤ16は、順打ちボンディングにより配設される第2のワイヤ24のループ高さに比べてそのループ高さが低いいため、第1及び第2のワイヤ16、24が上下方向を重ねた状態で配設しても、各ワイヤ16、24が干渉し短絡してしまうことを確実に防止することができる。

【0083】また、従来においては順打ちボンディングにより配設されたループ高さの高いワイヤの上部に、更に離間させてワイヤを配設する必要があったため、全体としてのループ高さは非常に高いものであった。しかるに、第1のワイヤ16の配設に本発明に係るワイヤボンディング方法を採用することにより、各ワイヤ16、24全体としてのループ高さを低くすることができる。

【0084】図10は、本発明に係るワイヤボンディング方法をマルチ・チップ・モジュール(MCM)に採用した例を開閉している。マルチ・チップ・モジュールでは、基板37の上部に複数(図には2個示している)の半導体素子10、35を配設した構成とされている。

【0085】このように、本発明に係るワイヤボンディング方法は、前記した実施例のように半導体素子10とインナーリード部13とを接続するのに限らず、半導体素子10、35を直接接続するマルチ・チップ・モジュールにも適用することができる。更に、例えば複数のリード同志をワイヤを用いて接続する等、ワイヤを用いて被接続部材を接合する各種構成において用いることが可

能である。

【0086】ところで、先に図23を用いて説明した逆打ちボンディングは、ステッチディングが行われる電極パッド2aの配設密度がさほど高くない場合には有効でありワイヤ5のループを低背化することができる。しかるに、図28及び図29を用いて説明したように、従来のボールパンブ6の形成方法では、ボールパンブ6の形成時に上面6aに凹凸や突起6bが発生し、これに起因して逆打ちボンディングを実施することができなかった。従って、ボールパンブ6の形成時に上面6aを平坦化できれば逆打ちボンディングを有効に利用することが可能となる。

【0087】以下、ボールパンブ6の形成時に上面6aを平坦化しうるボールパンブ形成方法について、図11乃至図16を用いて説明する。尚、図11乃至図16において、図1乃至図6に示した構成と同一構成については同一符号を附し、その説明を省略する。

【0088】図11は、本実施例に係るボールパンブ形成方法に用いるキャピラリー40を示している。図11(A)はキャピラリー40の全体を示す正面図であり、図11(B)はキャピラリー40の先端(下端)を拡大して示す断面図である。キャピラリー40は、略円筒形状とされたキャピラリー本体41の先端部(図中、下端)を凸状形状としたことを特徴とするものである。具体的には、キャピラリー本体41の最先端部の中央位置には接合部42が突出するよう形成されており、またこの接合部42と段差を有した位置には平坦面とされた圧接部43が形成されている。また、キャピラリー40の中央部には、ワイヤ16が挿通される挿通孔44が貫通形成されている。

【0089】上記の接合部42は後述するようにボール部50を電極パッド11に接合するのに用いられるものであり、また圧接部43は後述するように電極パッド11に形成されたボールパンブ51を整形処理するのに用いられるものである。また、図11に矢印L1~L5で示される各寸法は、例えばL1=9.525, L2=1.588, L3=0.15~0.25, L4=0.2~0.4, L5=0.2~0.3のように設定されている(単位はmm)。但し、キャピラリー40の形状はこれに限定されるものではない。

【0090】上記構成とされたキャピラリー40は、従来のキャピラリー7(図24及び図25参照)に比べ単にその先端形状を変更したものであり、また接合部42及び圧接部43の形成は、例えば機械加工(切削加工等)により容易に行うことができる。よって、キャピラリー40に接合部42及び圧接部43を形成しても、キャピラリー40のコストが徒に上昇してしまうようなことはない。

【0091】続いて、上記構成とされたキャピラリー40を用いたボールパンブ形成方法について図12乃至図16を用いて説明する。尚、図示の便宜上、図12乃至

図 16 におけるキャピラリー 40 の形状は図 11 に示したキャピラリー形状と異なっているが、実際は同じものを用いている。

【0092】ボールパンプ 51 を電極パッド 11 上に形成するには、先ず図 12 に示されるようにキャピラリー 40 に挿通され接合部 42 から下方に突出したワイヤ 16 (金ワイヤ) にボール部 50 を形成する。このボール部 50 の形成は、先に図 1 に示したと同様に、スパーク電極 (図 12 には図示せず) にスパーク放電を起こすことにより形成する。

【0093】ワイヤ 16 の接合部 42 から突出した先端部にボール部 50 が形成されると、キャピラリー 40 は移動装置により電極パッド 11 に近接するよう下動し、図 13 に示されるように、キャピラリー 40 に形成された接合部 42 はボール部 50 を電極パッド 11 に押圧する。

【0094】続いて、超音波振動子が超音波振動を発生させ、これによりキャピラリー 40 に形成された接合部 42 はボール部 50 を被接続部材となる電極パッド 11 に超音波溶接する。これにより、ボール部 50 は電極パッド 11 にボールボンディングされる (以上の処理を接合工程という)。

【0095】上記のように電極パッド 11 にボール部 50 が接合されると、キャピラリー 40 は垂直上方に移動する。この際、図示しないクランプはワイヤ 16 の送りを規制するため、よってワイヤ 16 はボール部 50 の上部位置で切断され、図 14 に示されるようにボールパンプ 51 が形成される (以上の処理をボールパンプ形成工程という)。

【0096】しかるに、ボールパンプ形成工程が終了した状態のボールパンプ 51 は、その上面 51a に凹凸や突起が形成されており、よってこの状態のボールパンプ 51 に逆打ちボンディング処理を行っても、良好なボンディング処理を行うことができないことは前述した通りである。

【0097】そこで、本実施例に係るボールパンプ形成方法では、ボールパンプ形成工程が終了した後に、ボールパンプ 51 の整形工程を実施することを特徴とするものである。整形工程では、先ず図 15 に示されるように、キャピラリー 40 を水平方向に若干量移動させ、キャピラリー 40 に形成されている圧接部 43 がボールパンプ 51 と対向するよう位置決めを行う。

【0098】尚、キャピラリー 40 は、電極パッド 11 とインナーリード部 13 との間にワイヤ 16 を配設するものであり、よって上下方向及び水平方向に移動可能な構成とされている。従って、キャピラリー 40 を水平方向に移動させる際、ワイヤボンディング装置の構成を変更する必要はない。

【0099】続いて、上記のように圧接部 43 がボールパンプ 51 と対向した状態を維持しつつキャピラリー 4

0 は下動され、図 15 に示されるように圧接部 43 はボールパンプ 51 を押圧する。この際、圧接部 43 は平坦面とされているため、この圧接部 43 を用いてボールパンプ 51 を押圧することにより、ボールパンプ形成工程が終了した時点でボールパンプ 51 の上面 51a に形成された凹凸及び突起は圧接部 43 により潰されて平坦面に整形される。続いて、キャピラリー 40 は再び上動し圧接部 43 はボールパンプ 51 から離間し、これにより図 16 に示されるように上面 51a が平坦面に整形されたボールパンプ 51 が形成される (以上の処理を整形工程という)。

【0100】上記のように、本実施例に係るボールパンプ形成方法によれば、形成工程においてボールパンプ 51 の上面 51a をキャピラリー 40 の圧接部 43 で押圧整形することにより、ボールパンプ 51 の上面 51a を平坦面とすることができる。よって、その後に逆打ちボンディング処理を実施し、ボールパンプ 51 上にワイヤ 16 をボンディングしようとした場合、ボールパンプ 51 とワイヤ 16 との接合性を向上させることができ、強度の高いボンディングを行うことができる。

【0101】また整形工程において、図 11 に示した先端部に接合部 42 及び圧接部 43 が形成されたキャピラリー 40 を用いることにより、接合工程、ボールパンプ形成工程、及び形成工程をひとつのキャピラリー 40 で連続的に行うことが可能となり、よってボールパンプ 51 の形成処理を効率的に行うことができる。

【0102】続いて、上記のように電極パッド 11 上に形成されたボールパンプ 51 とインナーリード部 13 との間に逆打ちボンディングを行う方法について図 17 乃至図 21 を用いて説明する。尚、図 17 乃至図 21 においても、図 1 乃至図 6 に示した構成と同一構成については同一符号を附し、その説明を省略する。

【0103】ボールパンプ 51 (電極パッド 11) とインナーリード部 13 とをワイヤ 16 で接続するには、先ず図 17 に示されるようにキャピラリー 40 の接合部 42 から下方に突出したワイヤ 16 にボール部 17 を形成する。このボール部 17 はスパーク電極 15 にスパーク放電を起こすことにより形成する。

【0104】ワイヤ 16 の先端部にボール部 17 が形成されると、キャピラリー 40 は移動装置によりインナーリード部 13 に近接するよう移動し、図 18 に示されるようにボール部 17 をインナーリード部 13 に押圧する。続いて、超音波振動子が超音波振動を発生させ、接合部 42 はボール部 17 をインナーリード部 13 に超音波溶接する (ボールボンディングによる 1st ボンディング)。

【0105】上記のようにインナーリード部 13 にワイヤ 16 (ボール部 17) が接合されると、キャピラリー 40 は垂直上方に移動すると共に、続いて水平方向に移動する。この際、キャピラリー 40 の垂直上方移動は、

10

20

30

40

50

半導体素子 10 の上面より若干高い位置まで行われ、また水平方向はキャピラリー 40 がボールパンプ 51 の上部位置に至るまで行われる。これにより、ワイヤ 16 は図 19 に示されるように、インナーリード部 13 より垂直上方に延出した垂直部と水平方向に延出した水平部とを有した略逆 L 字状のループ形状となる。

【0106】上記のようにワイヤ 16 がボールパンプ 51 の上部位置まで引き出されると、続いてキャピラリー 40 は下動し、接合部 42 はワイヤ 16 をボールパンプ 51 に押圧すると共に超音波振動子に超音波振動を発生させる。よって図 20 に示されるように、ワイヤ 16 は接合部 42 によりボールパンプ 51 に超音波溶接される（ステッチボンディングによる 2nd ボンディング）。

【0107】この際、上記したように、ボールパンプ 51 の上面 51a は平坦面とされているため、ワイヤ 16 をボールパンプ 51 に確実に接合することができ、ワイヤ 16 とボールパンプ 51 との接合強度は増大し、ワイヤボンディング処理の信頼性を向上させることができる。

【0108】上記のようにワイヤ 16 がボールパンプ 51（電極パッド 11）に接合されると、キャピラリー 40 は上動し図 21 に示す状態となる。このキャピラリー 40 が上動する際、ワイヤ 16 は図示しないクランプにより送り出しが規制されるため、キャピラリー 40 の上動によりワイヤ 16 は接合位置で切断される。これにより、1本のワイヤ 16 に対する逆打ちボンディング処理が終了する。

【0109】続いて、図 17 に示すボール部 17 の形成が再び行われ、その後は上記してきた図 17 乃至図 21 に示す処理が繰り返し行われることにより、連続的にワイヤ 16 のワイヤボンディング処理が行われる。これにより、各ボールパンプ 51 とインナーリード部 13 との間にワイヤ 16 が配設される。

【0110】上記した逆打ちボンディング処理では、前記したボールパンプ形成処理で使用したキャピラリー 40 をそのまま用いて逆打ちボンディング処理を行えるため、ボールパンプ 51 の形成とワイヤ 16 の逆打ちボンディング処理を連続的に行うことが可能となり、ワイヤボンディング処理全体としての効率化を図ることができる。また、ワイヤボンディング装置もひとつの装置でボールパンプ形成処理及び逆打ちボンディング処理を行えるため、設備の簡単化を図ることもできる。

【0111】

【発明の効果】上述の如く本発明によれば、下記の種々の効果を実現することができる。請求項 1 記載のワイヤボンディング方法によれば、第 2 の接合工程においてワイヤを第 2 の被接続部材に接合する際、ボール部形成工程においてワイヤに形成される第 2 のボール部は、逆打ちボンディングのボールパンプと同等の機能を奏するため、ワイヤを第 2 の被接続部材に接合しても半導体素子

に損傷が発生することを防止することができる。

【0112】また、第 2 のボール部はワイヤに形成されるため、ワイヤボンディング処理と別個にボールパンプを形成するための処理を行う必要はなくなり、ワイヤボンディング処理を効率良く行うことが可能となる。更に、第 2 のボール部を第 2 の被接続部材に接合する処理は、いわゆるボールボンディング処理となるためボンディングに必要な領域は小さくて済み、高密度化され多数の電極を有する半導体素子に対し、確実にワイヤボンディング処理を行うことができる。

【0113】また、請求項 2 記載の発明によれば、第 2 のボール部の形成後もワイヤはキャピラリーと接続された状態を維持するため、第 2 の接合工程において、第 2 のボール部を電極パッド上に確実に位置決めすることが可能となり、よって第 2 のボール部を電極パッドに確実に接合することができる。

【0114】また、請求項 3 記載の発明によれば、第 2 のボール部を容易に形成することができる。また、一般にスパーク放電は第 1 のボール部の形成方法として行われているものであるため、ワイヤボンディング装置に特に構成の変更を加えことなく請求項 1 記載のワイヤボンディング方法を行うことが可能となる。

【0115】また、請求項 4 記載の発明によれば、第 1 の被接続部材と第 2 の被接続部材との間にワイヤを低く配設することができ、従って例えばのワイヤボンディング方法を半導体装置の製造工程に適用した場合には、半導体装置の低背化を図ることができる。

【0116】また、請求項 5 記載のワイヤボンディング方法によれば、第 1 のワイヤを低く配設することができることにより、第 1 のワイヤの上部に容易に第 2 のワイヤを形成することが可能となる。よって、ワイヤ配置の高密度化を図ることができると共に、第 1 及び第 2 のワイヤが干渉することを防止することができる。

【0117】また、請求項 6 記載の発明によれば、第 1 の被接続部材をリードフレームとすると共に第 2 の被接続部材を半導体素子とすることにより、半導体装置の薄型化及び製造効率の向上を図ることができる。また、請求項 7 記載の発明によれば、第 1 及び第 2 の被接続部材を共に半導体素子とすることにより、いわゆるマルチ・チップ・モジュール（MCM）構造の半導体装置においても薄型化及び製造効率の向上を図ることができる。

【0118】また、請求項 8 記載の発明によれば、ワイヤとして比較的柔らかい金細線を用いると共に少なくとも第 2 のボール部と第 2 の被接続部材との接合をダメージの少ないボールボンディングを用いて接合したことにより、ワイヤボンディング時において第 2 の被接続部材に対するダメージの軽減を図ることができる。

【0119】また、請求項 9 記載の発明によれば、半導体素子に形成された電極部とワイヤとがワイヤに形成された第 2 のボール部により直接接合されることにより、

半導体素子に印加されるダメージの軽減を図ることができる。また、ワイヤが略L字状のループ形状を形成するように配設されることにより、半導体装置の薄型化を図ることができる。

【0120】また、請求項10記載の発明によれば、キャピラリー本体の先端部形状を凸状形状としたことにより、最先端部でワイヤの接合処理を行い、この最先端部外周の凹んだ部分でボールパンプを押圧することが可能となる。また、請求項11記載の発明によれば、ワイヤを被接続部材に接合する処理と、被接続部材に形成されたボール部を圧接する処理をひとつのキャピラリーにより行うことが可能となり、ボールパンプの形成を効率的に行うことが可能となる。

【0121】更に、請求項12及び請求項13記載の発明によれば、被接続部材に形成されるボールパンプの上面を形成工程において平坦面とすることができ、よってボールパンプ上にワイヤをボンディングしようとした場合、ボールパンプとワイヤとの接合性を向上させることができ、強度の高いボンディングを行うことができる。また、接合工程、ボールパンプ形成工程、及び形成工程をひとつのキャピラリーで連続的に行うことができるため、ボールパンプの形成処理を効率的に行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1のボール部の形成方法を説明するための図である。

【図2】第1のボール部をリードフレームに接合する方法を説明するための図である。

【図3】ワイヤを電極パッドまで引き出した状態を示す図である。

【図4】第2のボール部の形成方法を説明するための図である。

【図5】第2のボール部を電極パッドに接合する方法を説明するための図である。

【図6】第2のボール部が電極パッドに接合された状態を示す図である。

【図7】本発明に係るワイヤボンディング方法によるワイヤのループと、従来のワイヤボンディング方法によるワイヤのループとを比較して示す図である。

【図8】本発明に係る半導体装置の断面図である。

【図9】本発明に係るワイヤボンディング方法の変形例を説明するための図である。

【図10】本発明に係るワイヤボンディング方法をMC Mに適用した例を示す図である。

【図11】本発明に係るキャピラリーを説明するための図であり、(A)は正面図、(B)は先端部近傍を拡大して示す断面図である。

【図12】ボールパンプを形成する方法を示す図であり、金ボールを形成した状態を示す図である。

【図13】金ボールを電極パッドに接合した状態を示す

図である。

【図14】ボールパンプが形成された状態を示す図である。

【図15】ボールパンプを整形する処理を示す図である。

【図16】整形されたボールパンプを示す図である。

【図17】ボールパンプにワイヤを接合するワイヤボンディング処理を示しており、ワイヤにボール部を形成する方法を説明するための図である。

10 【図18】ボール部をリードフレームに接合する方法を説明するための図である。

【図19】ワイヤをボールパンプまで引き出した状態を示す図である。

【図20】ワイヤをボールパンプに接合している状態を示す図である。

【図21】ワイヤがボールパンプに接合された状態を示す図である。

【図22】従来の順打ちボンディングを説明するための図である。

20 【図23】従来の逆打ちボンディングを説明するための図である。

【図24】ボールボンディングを説明するための図である。

【図25】ステッチボンディングを説明するための図である。

【図26】(A)はボールボンディングを用いてワイヤを電極パッドに接合した状態を示す斜視図であり、

(B)は接合位置を平面視した状態を示す図である。

30 【図27】(A)はステッチボンディングを用いてワイヤをインナーリードに接合した状態を示す斜視図であり、(B)は接合位置を平面視した状態を示す図である。

【図28】従来の逆打ちボンディングの問題点を説明するための図である。

【図29】従来の逆打ちボンディングの問題点を説明するための図である。

#### 【符号の説明】

10, 35 半導体素子

11, 25, 36 電極パッド

40 12 リードフレーム

13 インナーリード部

14, 40 キャピラリー

15 スパーク電極

16, 24 ワイヤ

17 第1のボール部

18 第2のボール部

20 半導体装置

21 封止樹脂

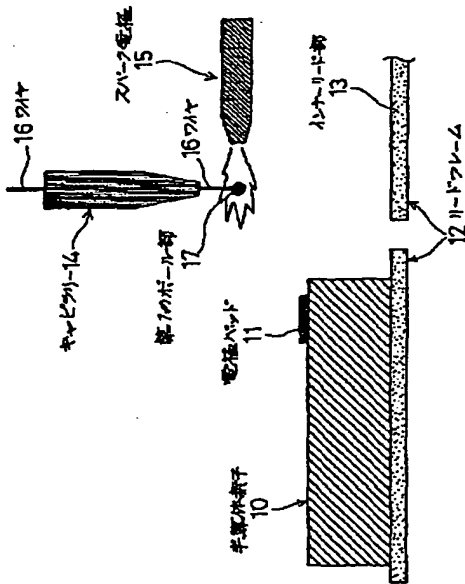
22 リード

50 26 第3のボール部

- 27 ベース基板  
37 基板  
42 接合部

【図1】

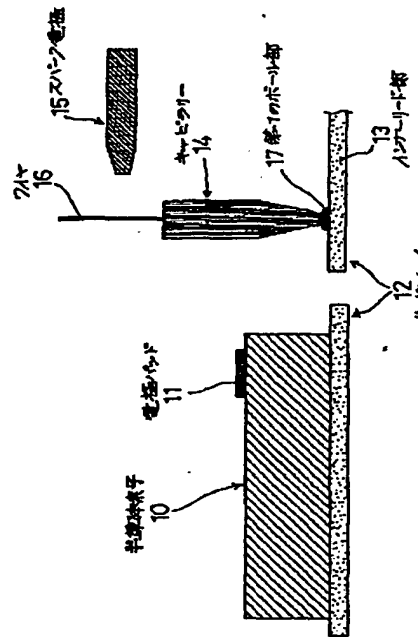
第1のボール部の形成方法を説明するための図



- 43 圧接部  
50 ボール部  
51 ボールバンプ

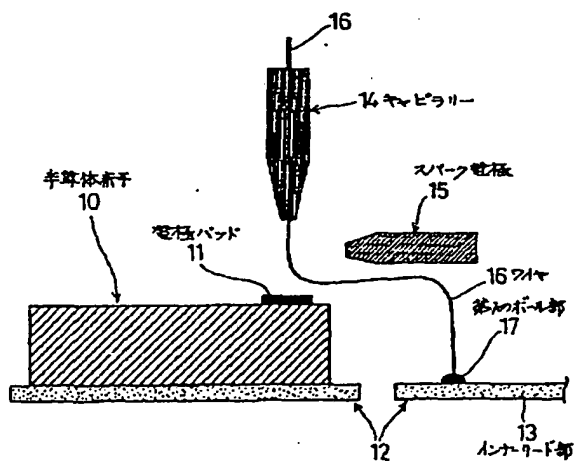
【図2】

第1のボール部をリードフレームに接合する方法を説明するための図



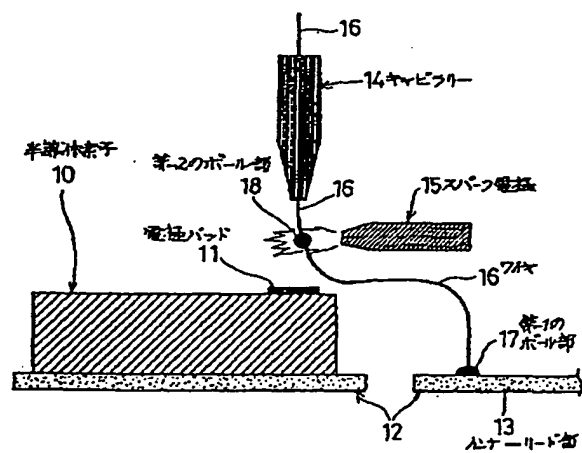
【図3】

ワイヤを電極パッドまで送り出した状態を示す図



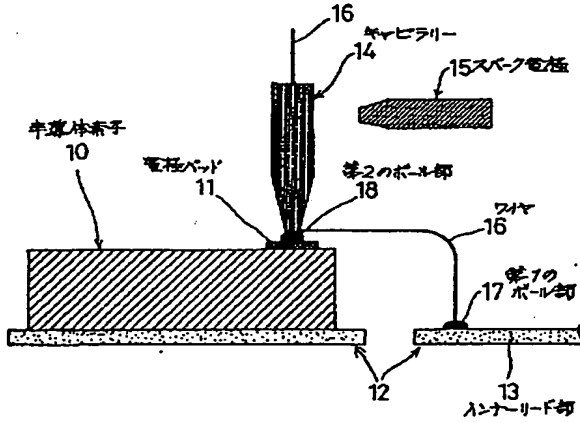
【図4】

本発明に係るワイヤボンディング方法の変形例を説明するための図



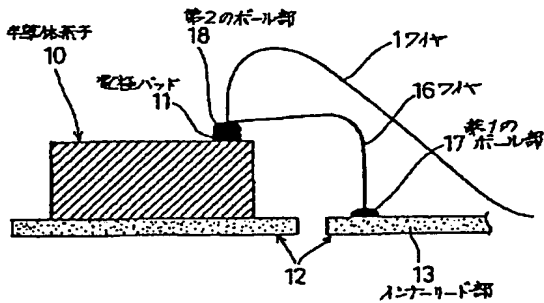
【図 5】

第2のボール部を電極パッドに接合する方法を説明するための図

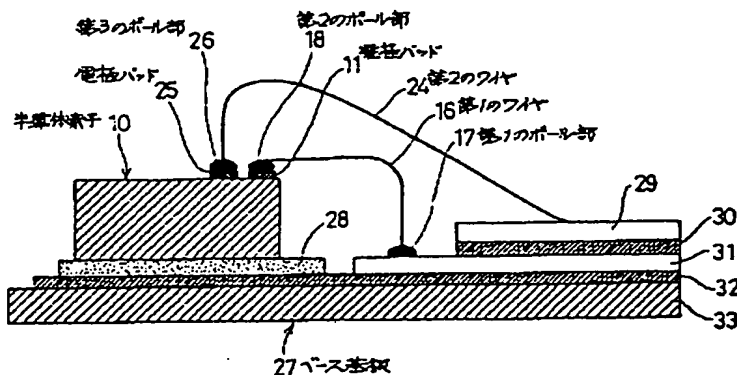


【図 7】

本発明に係るワイヤボンディング方法によるワイヤのループと従来のワイヤボンディング方法によるワイヤのループとを比較して示す図

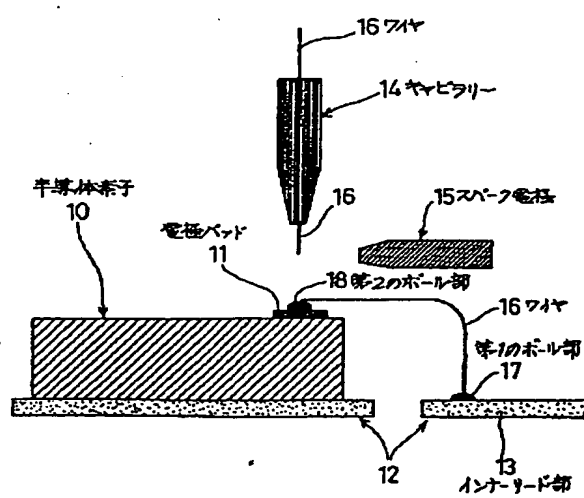


【図 9】



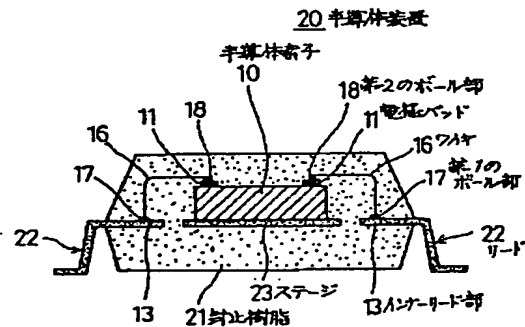
【図 6】

第2のボール部が電極パッドに接合された状態を示す図



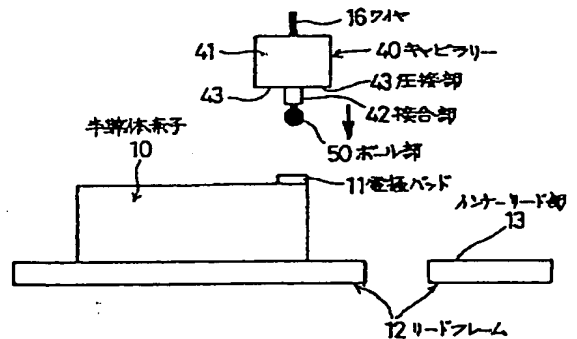
【図 8】

本発明の一実施例である半導体装置の断面図



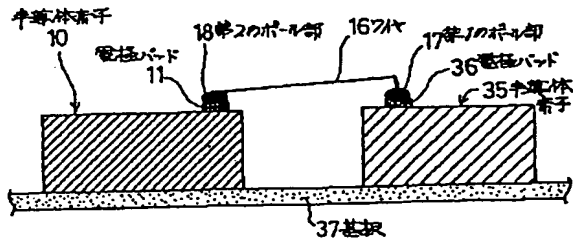
【図 12】

ボールバンプを形成する方法を示す図であり、金ボールを形成した状態を示す図



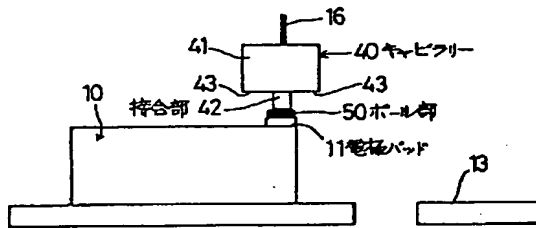
【図10】

本発明に係るワイヤボンディング方法をMCMに適用した例を示す図



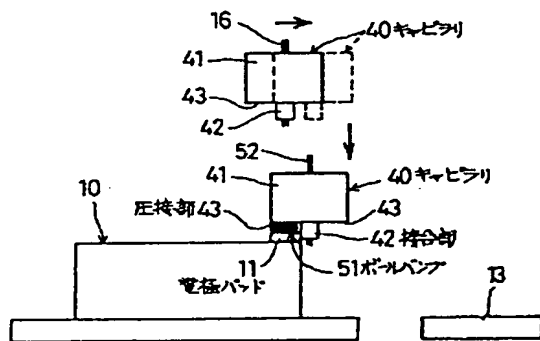
【図13】

金ボールを電極パッドに接合した状態を示す図



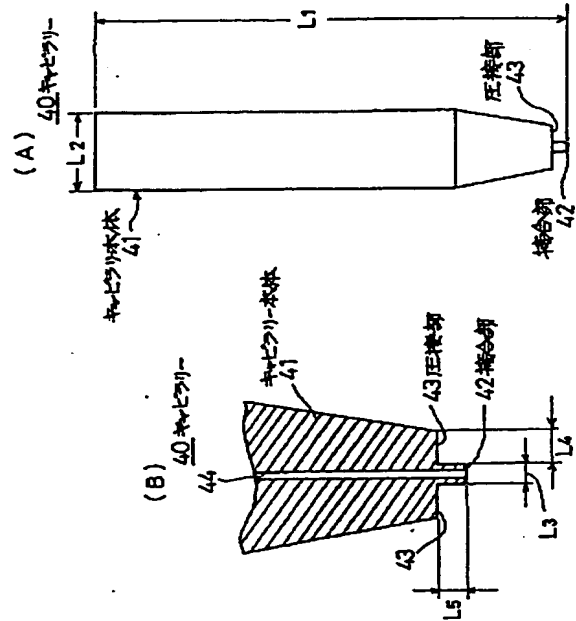
【図15】

ボールパンパを整形する処理を示す図



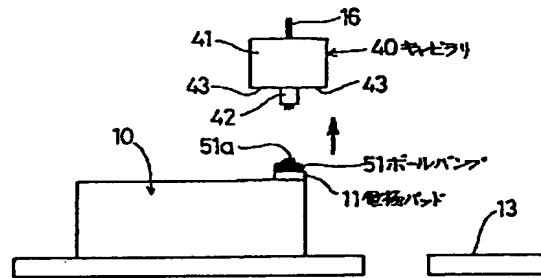
【図11】

本発明に係るキャピラリーを説明するための図であり、(A)は正面図、(B)は先端部位置を拡大して示す断面図



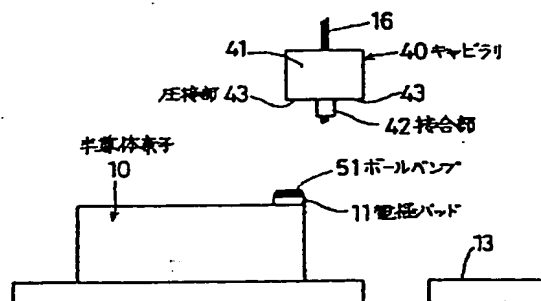
【図14】

ボールパンパが形成された状態を示す図



【図16】

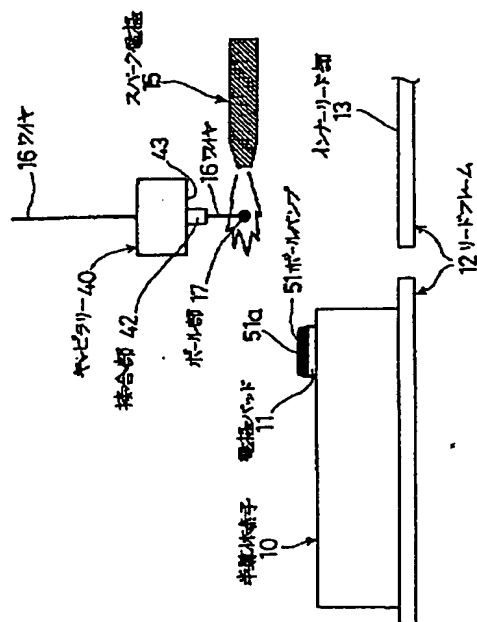
整形されたボールパンパを示す図





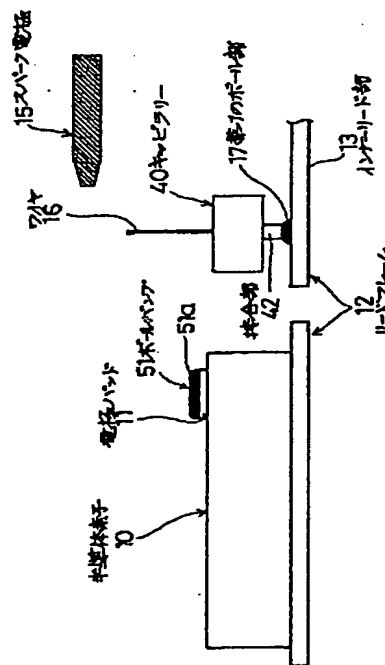
【图 17】

ボールバンプにワイヤを接合するワイヤボンディング処理を示しており、ワイヤにボール部を形成する方法を説明するための図



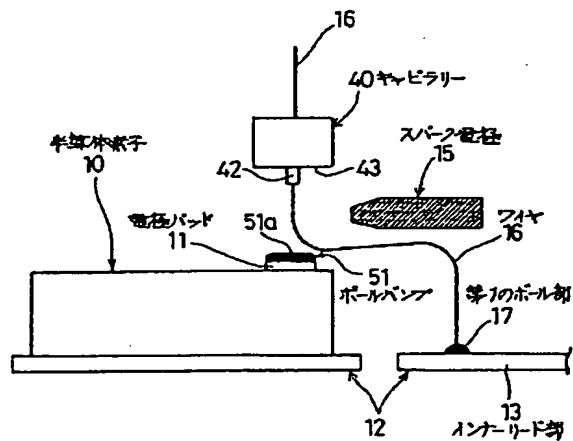
【图 18】

ボール部をリードフレームに接合する方法を説明するための図



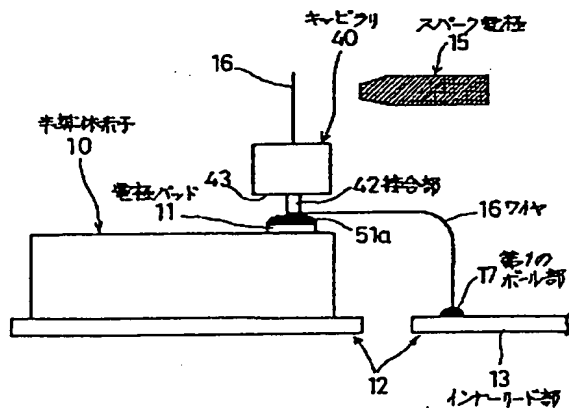
【☒ 19】

ワイヤをボールバンプまで引き出した状態を示す図



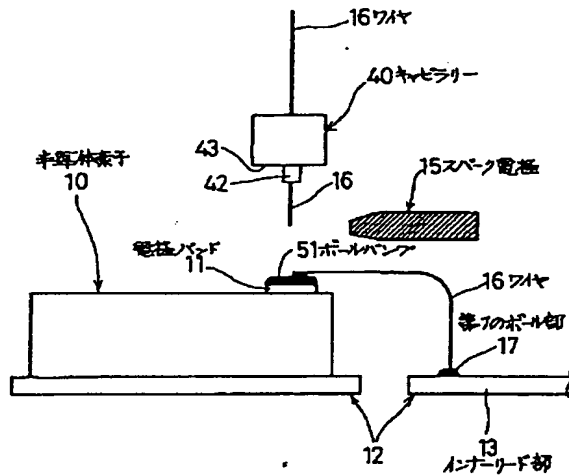
【図 20】

ワイヤをボールバンプに接合している状態を示す図



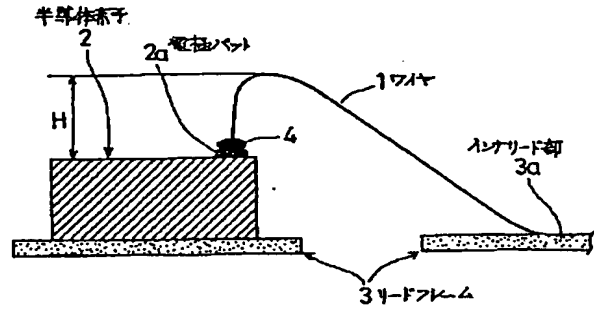
【図 2 1】

ワイヤボールポンプに接合された状態を示す図



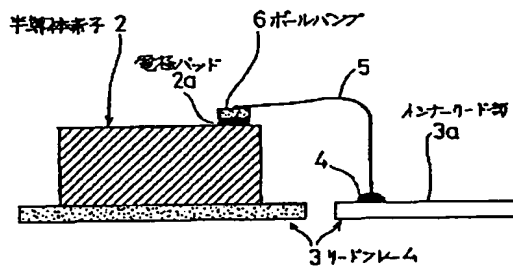
【図 2 2】

従来の導打ちボンディングを説明するための図



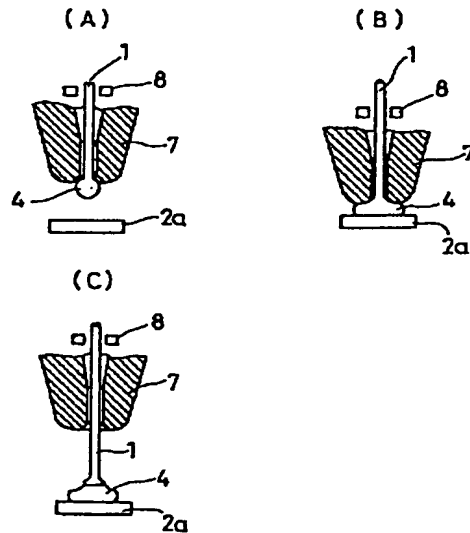
【図 2 3】

従来の導打ちボンディングを説明するための図



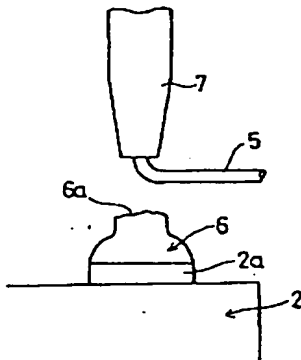
【図 2 4】

ボールボンディングを説明するための図



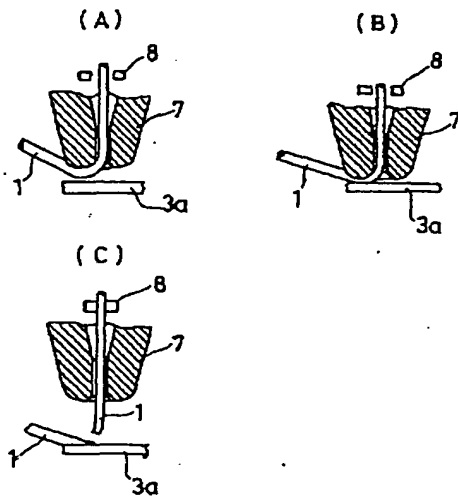
【図 2 8】

従来の導打ちボンディングの問題点を説明するための図



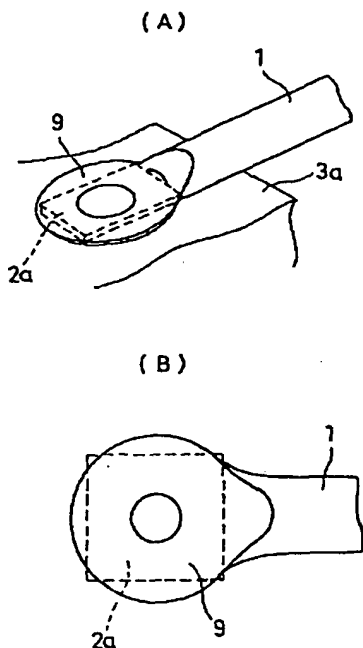
【図 25】

ステッチボンディングを説明するための図



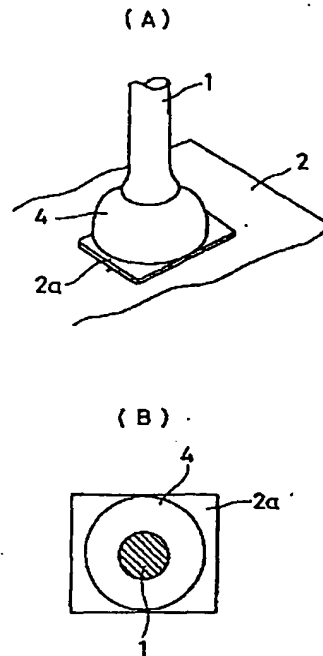
【図 27】

(A)はステッチボンディングを用いてワイヤをインナーリードに接合した状態を示す斜視図であり、  
(B)は接合位置を平面視した状態を示す図



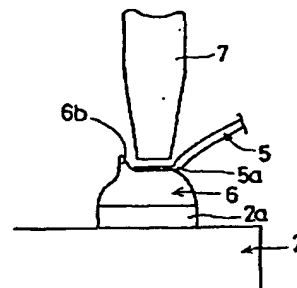
【図 26】

(A)はボールボンディングを用いてワイヤを電極パッドに接合した状態を示す斜視図であり、  
(B)は接合位置を平面視した状態を示す図



【図 29】

従来の逆打ちボンディングの問題点を説明するための図



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 光孝  
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72)発明者 河西 純一  
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内